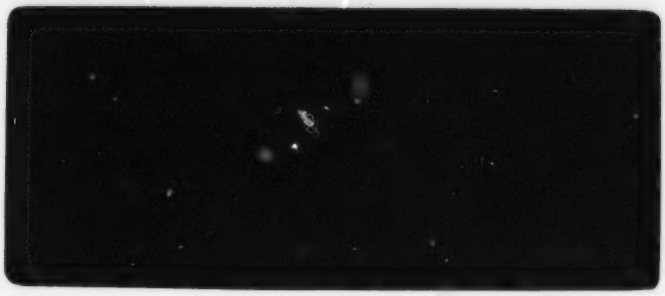
ACNS Advisory Committee on Nuclear Safety

CCSN Comité consultatif de la sûreté nucléaire

An Advisory Committee of the Atomic Energy Control Board of Canada — Secretariat: Ottawa, Canada K1P 5S9

Comité consultatif de la Commission de contrôle de l'énergie atomique du Canada — Secrétariat: Ottawa, Canada K1P 5S9



COMMITTEE REPORTS

Since the 1950's the Atomic Energy Control Board has made use of advisory committees of independent experts to assist it in its decision-making process. In 1979 the Board restructured the organization of these consultative groups, resulting in the creation of two senior level scientific committees charged with providing the Board with independent advice on principles, standards and general practices related to radiation protection and the safety of nuclear facilities. The two committees are the Advisory Committee on Radiological Protection (ACRP), formed in 1979, and the Advisory Committee on Nuclear Safety (ACNS), which was established a year later. Summaries of meetings of the committees are available to the public in the AECB library in Ottawa.

From time to time the committees issue reports which are normally published by the AECB and catalogued within the AECB's public document system. Committee reports, bound with a distinctive cover, carry both a committee-designated reference number, e.g. ACRP-1, and an AECB reference number in the "INFO" series. The reports generally fall into two broad categories: (i) recommendations to the Board on a particular technical topic, and (ii) background studies. **Unless specifically stated otherwise, publication by the AECB of a committee report does not imply endorsement by the Board of the content, nor acceptance of any recommendations made therein.**

RAPPORTS DES COMITÉS

Depuis les années 1950, la Commission de contrôle de l'énergie atomique a recours à des comités consultatifs composés d'experts indépendants pour l'aider dans ses prises de décision. En 1979, la CCEA a restructuré l'organisation de ces groupes de consultation pour former deux comités scientifiques supérieurs chargés de lui fournir des conseils indépendants à l'égard des principes, des normes et des méthodes générales touchant la radioprotection et la sûreté des installations nucléaires: ce sont le Comité consultatif de la radioprotection (CCRP), formé en 1979, et le Comité consultatif de la sûreté nucléaire (CCSN), établi l'année suivante. Le public peut consulter les comptes rendus des réunions des comités à la bibliothèque de la CCEA, à Ottawa.

De temps en temps, les comités préparent des rapports qui sont normalement publiés par la CCEA et catalogués dans la collection des documents publics de la CCEA. Reliés sous une couverture particulière, les rapports des comités sont identifiés par un numéro de référence attribué par le comité d'origine, comme CCRP-1, et par un numéro de référence donné par la CCEA dans la série "INFO". Les rapports se divisent habituellement en deux catégories générales: (i) recommandations présentées à la Commission concernant un sujet d'ordre technique particulier, et (ii) études générales. **À moins d'indication contraire, toute publication d'un rapport de comité effectuée par la CCEA ne signifie pas que la Commission approuve le contenu de la publication, ni qu'elle accepte les recommandations qui y sont faites.**

INFO-0294

ACNS Advisory Committee on Nuclear Safety

CCSN Comité consultatif de la sûreté nucléaire

ACNS-11

PRINCIPLES AND GUIDELINES FOR RADIOACTIVE WASTE DISPOSAL FACILITIES

by the

Advisory Committee
on Nuclear Safety

June 1988

An Advisory Committee of the Atomic Energy Control Board of Canada — Secretariat: Ottawa, Canada K1P 5S9

Comité consultatif de la Commission de contrôle de l'énergie atomique du Canada — Secrétariat: Ottawa, Canada K1P 5S9

89-05134/

ABSTRACT

Four basic principles relevant to radioactive waste disposal are identified. These principles cover the justification of the activity giving rise to the waste, the consideration of risk to present and future generations, the minimization of the need for intervention in the future, and the financial obligations of the licensee.

The use of risk limits as opposed to dose limits associated with disposal is discussed, as are the concepts of critical group, de minimis, and ALARA, in the context of a waste disposal facility. Guidance is given on the selection of the preferred waste disposal concept from among several alternatives, and for judging proposed design improvements to the chosen concept.

TABLE OF CONTENTS

	Page
ABSTRACT	(i)
Table of Contents	(ii)
Preface	(iii)
1. INTRODUCTION	1
2. GENERAL PRINCIPLES	2
3. RADIATION DOSE AND RISK	3
3.1 General	3
3.2 Dose-rate and Risk-rate Limits and Targets	4
4. COLLECTIVE RISK AND THE ALARA PRINCIPLE	5
4.1 ALARA	5
4.2 Estimation of Collective Risk Commitment	6
5. SELECTION OF PREFERRED DISPOSAL CONCEPT	6
6. IMPROVEMENT OF THE CHOSEN DISPOSAL CONCEPT	7
7. SUMMARY AND RECOMMENDATIONS	7
Bibliography	
Acknowledgements	
APPENDIX A	

PREFACE

Radioactive wastes arising from nuclear activities must be managed and eventually disposed of in a manner which assures safety.

The Advisory Committee on Nuclear Safety has studied the problem including much of the voluminous literature that has been published on it and, in particular, has reviewed the Atomic Energy Control Board's Consultative Document C-104, "Regulatory Objectives, Requirements and Guidelines for the Disposal of Radioactive Wastes", issued in 1986 (and subsequently issued as a Regulatory Policy Statement, R-104, in June 1987), and its own earlier report, ACNS-2, "Safety Objectives for Nuclear Activities in Canada" which was endorsed by the Board.

This report presents the Committee's views on appropriate general principles and their application to the disposal of radioactive wastes, with particular attention to the equitable sharing of risks with future generations and to the degree of control or intervention necessary to ensure continued safety.

PRINCIPLES AND GUIDELINES FOR RADIOACTIVE WASTE DISPOSAL FACILITIES

1. INTRODUCTION

The production of radioactive wastes is a consequence of most nuclear activities, particularly those associated with the extraction, fabrication and utilization of fuel for nuclear power generation. Because some of the radionuclides of concern decay very slowly (have long "half-lives"), there is a need not only to regulate current practices for waste handling, storage, and disposal but also to ensure that the disposal arrangements provide radiological protection far into the future.

The limitation of doses received from current waste management practices is achieved effectively through regulatory enforcement. In fact there are two requirements in the existing Atomic Energy Control Regulations and the proposed amendments which are particularly relevant. The first specifies annual dose limits for workers and the general public, and the second requires that doses be kept as low as reasonably achievable, social and economic factors being taken into account[1]. Experience has shown that compliance with the intent of the second requirement has usually resulted in annual doses being well below the limits specified by the first.

In order to ensure comparable degrees of protection for generations in the future, when leakage from a waste disposal facility may be beyond any practical means of control at the source, a different approach based on risk must be used. The acceptability of a proposed waste disposal facility is then established on the basis of a probabilistic environmental pathways analysis in which many scenarios may be possible, some of which may even lead to dose rates above the current limits. The possible leakage paths must be studied to determine the speed and distribution of each radioisotope, taking into account its chemical and physical behaviour and its radioactive decay characteristics. The contribution of each scenario to the total risk from the facility can then be taken as the product of the probability of occurrence of the scenario, the magnitude of the accompanying dose rate, and the factor that relates dose to serious health effects. Because more than one scenario is usually possible, the total potential radiological risk is the appropriate summation of the risks of all the scenarios. This total is then compared to an appropriate risk-rate target to determine the acceptability of the proposed facility.

---

[1] The process of keeping doses as low as reasonably achievable, while considering a number of relevant factors including the cost of reducing the dose and the cost of the health detriment, is often referred to as "optimization". In ICRP publications "optimization of radiation protection" has usually meant the more formal process of selecting the level of protection that minimizes the cost of protection and the cost of the health detriment.

The achievement of adequate radiological protection with little or no need for future supervision or intervention is the objective of much of the basic research and of the development of disposal techniques and pathways models currently underway. All levels and kinds of radioactive wastes are being considered, such as mine and mill tailings, spent fuel and other reactor wastes, process waste streams, hospital and research institute wastes, and spent radiography sources. Whether this objective can be achieved to everyone's satisfaction for all types of radioactive waste remains to be seen.

2. GENERAL PRINCIPLES

Accepting the objectives given in ACNS-2 "Safety Objectives for Nuclear Activities in Canada" (which are excerpted in Appendix A) and giving special attention to the long-term hazards presented by radioactive wastes, the Committee has identified four basic principles which it considers to be fundamental in the assessment of any radioactive waste disposal arrangement.

(i) Activities that entail potential radiation doses to individuals or population groups should provide a net benefit. The assessment of risk and benefit should take into account in a realistic way all the benefits (such as thermal and electrical power in the case of power reactors) and the costs associated with the process of both producing and disposing of the wastes.

(ii) The radiological risk to any future generation should be taken into account in current operations and be given a priority for minimization not less than that given to the risk to the current generation.

(iii) The disposal of all radioactive wastes should be such that any requirement for intervention to ensure the continuance of an adequate degree of safety is minimized, taking into account economic, social, and environmental factors.

(iv) Before a possession licence or operating licence is granted, the applicant should be responsible for providing an acceptable proposal for disposal or interim management of the material or the waste from the operation so licensed and for covering all the expected disposal costs.

The first principle is intended to ensure that the net benefit assessment is carried out comprehensively, taking into account past, present, and future benefits and costs arising from the processes giving rise to the wastes. For the nuclear fuel cycle, this assessment will necessarily require many inputs, with appropriate coordination at provincial and federal levels.

The second principle is intended to ensure that the radiological risks associated with radioactive waste handling and disposal are shared equitably with future generations taking into account on-going future benefits arising

from the processes giving rise to the wastes. For example, adherence to this principle would imply that long-term interim storage, for a hundred years or so, for the sole purpose of reducing the radiation doses to the current generation, would not be a responsible or ethically desirable alternative.

The third principle is intended to ensure that the uncertainties in the longevity of corporations, utilities, or regulatory agencies are taken into account. Corporations or utilities that have generated the radioactive waste or those charged with surveillance of it may not continue to exist once a particular resource is depleted or the need for the nuclear activity disappears. The development of "walk-away"[2] waste disposal concepts would seem to be the ideal solution to this concern. If this ideal solution is not readily achievable, it may be necessary to make use of some form of on-going institutional control to limit doses, taking into account economic, social, and environmental considerations. Such controls may include appropriate record keeping, continued marking of the site, land use restrictions, continued monitoring, and any necessary remedial action. When it is claimed that a disposal concept meets the "walk-away" risk criterion, it must be demonstrated that there is sufficient conservatism in the design to preclude the need for remedial action in the future. Significant environmental events that may occur in the future, such as floods, earthquakes, or glaciation should be considered.

The fourth principle is intended to ensure that the responsibility, for both the development of the means for and the associated costs of safe handling and disposal of radioactive wastes, is assumed by the licensee whose activity will generate the wastes, unless alternative arrangements acceptable to the regulatory authorities are made in advance. This responsibility should not be a burden on future generations.

3. RADIATION DOSE AND RISK

3.1 General

As noted in the INTRODUCTION, the Committee believes that the acceptability of a proposed waste disposal facility must be established on the basis of an appropriate risk-rate target. Not only must the possible future radiation doses attributable to the facility be estimated but also the probability of their being received by some or all of the people living at that time.

The doses received by individuals will vary depending on factors such as age, metabolism, diet, and behaviour, as well as the pathways by which radionuclides may reach the environment. For current operations this variation is taken into account by defining a "critical group" within the population, where a "critical

---

[2] by "walk-away" is meant a disposal concept whereby the facility or land can be released for uncontrolled (from a radiological protection viewpoint) use and where there is the expectation that there will be no future need for supervision or intervention for radiological protection.

group" is one that is "representative of those individuals in the population expected to receive the highest dose and small enough to be relatively homogeneous with respect to age, diet and those aspects of behaviour that affect the doses received" (from ICRP-26). However, when considering the risks to future generations from long-term radioactive wastes, the "critical group" should be the one at greatest risk, rather than the one likely to receive the highest dose. The possibility that the same critical group may be at risk from several waste disposal sites or other discrete radioactive sources should also be considered.

Different scenarios for a particular disposal concept may assume release of radionuclides into different environmental pathways and produce maximum risk rates at different times or different geographical locations. Thus the critical group may differ for different scenarios. One approach, which is conservative, is to assume that the same critical group is exposed to the maximum risk rate from each scenario, whenever the maximum occurs, up to a time limit established by the regulatory authority. Factors to be considered in establishing this time limit include the half-lives and dispersal behaviours of the radionuclides of concern, and the time period over which the errors in the results of the predictive modelling are deemed to be sufficiently small that the estimated risk rates are credible. The selection of the time limit will probably be somewhat arbitrary. Other approaches which differ essentially in the way the time dimension is handled, are described in ANNEX IV of the report "Long-Term Radiation Protection Objectives For Radioactive Waste Disposal" (1984), published by the Nuclear Energy Agency (NEA) of the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD).

3.2 Dose-rate and Risk-rate Limits and Targets

For exposures that occur over the lifetime of an individual member of the public, the International Commission on Radiological Protection (ICRP) has recommended an average individual dose-rate limit of 10^{-3} Sv.a^{-1} (ICRP 1985). This implies an average individual risk-rate limit of 2×10^{-5} a^{-1}, using a factor relating dose to serious health effects (fatal cancers and genetic defects) of 2×10^{-2} per person-Sv.

For current operations the annual dose to an individual can be estimated, whether the exposure be from one or several sources, and corrective action taken if necessary. However, if the exposure were to occur at some time in the distant future when leakage from a waste disposal facility may be beyond any practical means of control at the source, it would be prudent for the regulatory authorities of today to set an individual risk-rate target for a disposal facility below 2×10^{-5} a^{-1}. Factors to be considered when determining how much lower the risk-rate target should be set include: the variability in radiological risk rate from natural background radiation; possible exposures from other nuclear activities in the future; uncertainties in the predictive process for estimating future risks; the degree of institutional control being proposed; and toxic hazards associated with these wastes. The value of the individual

risk-rate target should not be lower than any established "de minimis"[3] individual risk-rate level.

4. COLLECTIVE RISK AND THE ALARA PRINCIPLE

4.1 ALARA

"ALARA" is the acronym for the radiation protection principle recommended by the ICRP that collective doses be "as low as reasonably achievable, social and economic factors being taken into account" (ICRP-22,26,37). For current operations in nuclear facilities, the application of ALARA is an on-going process through which an acceptable level of radiation protection is achieved and maintained, based partly on the cost of reducing further the collective dose commitment[4]. In waste disposal facilities, however, judgment can be exercised only before closure, if the principle of minimal subsequent intervention is followed. It must be agreed that the expenditure is appropriate and that no further improvement to reduce the predicted risks to present and future generations is warranted. Therefore an ALARA-type process should be applied to ensure that the predicted collective <u>risk</u> commitment is acceptably low.

---

[3] "De minimis" relates to doses that are too small to be of regulatory concern, the expression deriving from the legal term "de minimis non curat lex", which is to say, the law does not concern itself with trifles.

The Advisory Committees have concluded that the de minimis concept is justifiable irrespective of the difficulty of measuring such low dose rates and distinguishing them from background. De minimis collective and individual dose rates of 1 person-Sv.a^{-1} and 50 microSv.a^{-1} respectively have been proposed (see AC-1). These values were derived on the basis that the collective dose rate proposed would cause an imperceptible increase in the incidence of cancer and genetic defects, and that the individual rate proposed would be equivalent to a risk of serious health effects of about 10^{-6} a^{-1} and would be comparable to risks usually and widely regarded as of negligible magnitude.

[4] The Advisory Committees believe that ALARA must be seen as a comparative exercise whereby every attempt is made to reduce radiation doses further below regulatory limits, but that to do so without regard for how best to secure the health of exposed or potentially exposed individuals by the most judicious use of resources is ill-advised. Inevitably this leads to a circumstance where it is necessary to analyze spending, not to identify the value of a life which is clearly incalculable, but rather to ensure that society secures the greatest protection for the greatest number irrespective of the nature of the risk. In this sense the Committees believe that the ALARA principle is one which should not be narrowly applied to radiation exposures alone.

4.2 Estimation of Collective Risk Commitment

The estimation of collective risk commitment for a given disposal concept is calculated by the use of a model which takes into account the relative probabilities for the different scenarios under which exposure could occur.

The uncertainties in the predicted values of collective risk commitments are likely to be greater than for the predicted risk to an individual in the critical group, since the former requires assumptions about population density and distribution. For shorter-lived wastes (say half-lives less than 100 years), the uncertainties may be small enough that credible comparisons of several concepts may be made. For longer-lived wastes, the uncertainties are often the major limitation in making a comparison.

For widely-dispersed, and in some cases longer-lived, wastes (e.g., H-3, C-14, Kr-85, I-129), the integration limits for evaluating collective risk commitments should, in principle, encompass the Earth's surface and extend for a time that is long in comparison to the half-lives of the waste products. The dispersion models available, however, are not always sufficiently accurate for such extrapolations, and the values of the parameters involved will likely undergo changes in the future that cannot be predicted accurately today. If a cost-benefit approach is to be applied in these cases, judgment will have to be exercised concerning any integration limits, and the implications of these limits will have to be recognized and accepted. (Additional guidance may be found in AC-2.)

It can be expected that estimates of the global dose commitment will show that a substantial portion of the doses would be received at very low individual dose rates, less than a few microsieverts per year. Although this collective dose commitment may be considered significant, if two or more concepts being compared are such that beyond a certain geographical area they give comparable collective risk commitments, the integrations need not be continued further, since only differences between concepts would be significant. For this evaluation, international boundaries should be ignored.

It should be noted that the collective risk calculations described above can also be used for comparing improvements to a chosen concept.

5. SELECTION OF PREFERRED DISPOSAL CONCEPT

The primary criterion for selecting acceptable disposal concepts must be that each one meet the risk-rate target for an individual in the critical group. To select a preferred disposal concept from several possibilities, an ALARA-type process should be applied to evaluate the reasonableness of the expenditure associated with the predicted collective risk commitment for each concept, taking into account social and environmental considerations.

In many cases it should be feasible to evaluate and compare several concepts. However, there may be some cases, for example high-level reactor wastes, where the costs of the effort to establish the expected performance of any concept may

be so high that detailed evaluation of several concepts may not be justified[5]. In these cases the concept should be carefully selected on the basis of factors such as:

(a) the likelihood that it would lead to a repository capable of meeting the individual risk-rate target,

(b) the likelihood of the existence of suitable sites,

(c) the availability of the techniques and resources required for construction,

(d) the possibility of inadvertent future human intrusion,

(e) the probable costs of establishing the repository, and

(f) the possible social and environmental impacts.

For some types of wastes, for example low-level, high-volume uranium mill tailings, selection of a disposal concept that achieves an acceptable walk-away risk-rate level may be particularly difficult. The regulatory authorities will have to use their best judgment in a compromise between requiring additional expenditures and accepting a situation for which some degree of on-going institutional control may be necessary.

6. IMPROVEMENT OF THE CHOSEN DISPOSAL CONCEPT

To ensure that the chosen disposal concept is likely to provide optimal protection against radiological risks, it should be subjected to "ALARA-type" analyses throughout the design process. There are many parameters that may be varied, e.g., properties of engineered barriers, depth of burial, etc., with possible resulting variations in collective risk. Since most of the parameters governing the performance will be the same for the design options being compared, the differences in collective risk will be more easily evaluated than for completely different concepts.

7. SUMMARY AND RECOMMENDATIONS

(a) Four basic principles relevant to radioactive waste disposal are identified. These principles cover the justification of the activity giving rise to the waste, the consideration of risk to present and future generations, the minimization of the need for intervention in the future, and the financial obligations of the licensee.

---

[5] It should be noted, however, that in this high-cost area, several different concepts are being developed by other countries. The results of each country's work are usually exchanged in international forums so that the decision to proceed with a particular concept probably need not be taken without some screening of possible alternatives.

(b) The consequences of radiation exposure in the future should be evaluated in terms of individual risk rate, given by the product of the probability of a given radiation exposure, the magnitude of the accompanying dose rate, and the factor that relates dose to serious health effects.

(c) The individual risk rate should be evaluated for a member of the critical group, defined as that group at the time and place where the risk rate from the exposure is greatest.

(d) The selection of a long-term waste disposal concept requires a pathways analysis and a cost evaluation of each concept to permit an evaluation of the individual risk rate and to enable comparisons of incremental collective risk versus cost. The evaluation of the collective risk rate for a disposal concept will require judgment in selecting integration limits.

(e) In some cases, for example disposal of high-level reactor wastes, the cost of the effort to establish the expected performance of any concept may be so high that detailed evaluation of several concepts may not be justified, as long as it can be demonstrated that one concept successfully meets a specified individual risk-rate target. In these cases, information about other concepts may be available from other countries, permitting some comparisons to be made.

(f) An "ALARA-type" analysis should be used to evaluate possible improvements in the design of a selected concept.

(g) The Atomic Energy Control Board should specify an individual risk-rate target for each disposal concept on a site-specific basis. The risk-rate target should be set at a value below 2×10^{-5} a^{-1} by an amount which takes into account: (i) the variability in radiological risk rate from natural background radiation, (ii) possible exposures from other nuclear activities in the future, (iii) uncertainties in the predictive process for estimating future risks, (iv) the degree of institutional control being proposed, and (v) the toxic hazards associated with these wastes. The value should not be lower than any de minimis individual risk-rate level established.

Bibliography

1. ACNS-2, "Safety Objectives for Nuclear Activities in Canada". (1982)

2. AC-1, "Recommended De Minimis Radiation Dose Rates for Canada" (in preparation)

3. AC-2, "Application of the ALARA Process" (in preparation)

4. ICRP-26, "Recommendations of the International Commission on Radiological Protection".

5. ICRP-37, "Cost-Benefit Analysis in the Optimization of Radiation Protection".

6. ICRP, "Statement from the 1985 Paris Meeting of the ICRP", included in the Annals of the ICRP, Publication 45.

7. NEA Experts Report, "Long-Term Radiation Protection Objectives For Radioactive Waste Disposal". (1984)

Acknowledgements

Members of the Working Group:

K.J. McCallum, Chairman

G.C. Butler

R.E. Jervis

B.C. Lentle

O.R. Lundell

Members of the Secretariat assisting:

R.J. Atchison

F.C. Boyd

W.R. Bush

P. Smith (typing)

All the members of the Advisory Committee on Nuclear Safety

APPENDIX A

(Extract from ACNS-2, "Safety Objectives for Nuclear Activities in Canada", April 1982)

GENERAL OBJECTIVES

The following general objectives underlie the safety regulation, licensing and inspection by the AECB of nuclear activities in Canada.

1. Nuclear activities should not lead to unacceptable risks*** to the workers involved or the general public.

2. For hazards due to ionizing radiation,

   (a) all early detrimental effects to individuals should be avoided and the risks of deferred effects (such as consequential development of cancer or production of hereditary defects) should be minimized in accordance with the ALARA principle;

   (b) the probability of possible malfunctions that could lead to the escape of radioactive material or the exposure of people to ionizing radiation, should be limited to small values, decreasing as the severity of the potential consequences increases so that the likelihood of catastrophic accidents is virtually zero.

3. For non-radiological hazards,

   (a) the risk to workers and members of the public, from normal operation or practice of the nuclear activity, should be equal to or less than, that presented by appropriately comparable industries or activities;

   (b) the probability and potential consequences of possible malfunctions, that could lead to harm of workers or members of the public should be as low as practicable.

4. The risk to any future generation associated with each nuclear activity should be taken into account and given a priority for prevention not less than that given to risks presented to the current generation.

*** In this document "risk" is used in the sense now widespread in engineering and physical science as meaning the product of the severity of an effect and the frequency of its occurrence.

ACNS Advisory Committee on Nuclear Safety

CCSN Comité consultatif de la sûreté nucléaire

An Advisory Committee of the Atomic Energy Control Board of Canada — Secretariat: Ottawa, Canada K1P 5S9

Comité consultatif de la Commission de contrôle de l'énergie atomique du Canada — Secrétariat: Ottawa, Canada K1P 5S9

COMMITTEE REPORTS

Since the 1950's the Atomic Energy Control Board has made use of advisory committees of independent experts to assist it in its decision-making process. In 1979 the Board restructured the organization of these consultative groups, resulting in the creation of two senior level scientific committees charged with providing the Board with independent advice on principles, standards and general practices related to radiation protection and the safety of nuclear facilities. The two committees are the Advisory Committee on Radiological Protection (ACRP), formed in 1979, and the Advisory Committee on Nuclear Safety (ACNS), which was established a year later. Summaries of meetings of the committees are available to the public in the AECB library in Ottawa.

From time to time the committees issue reports which are normally published by the AECB and catalogued within the AECB's public document system. Committee reports, bound with a distinctive cover, carry both a committee-designated reference number, e.g. ACRP-1, and an AECB reference number in the "INFO" series. The reports generally fall into two broad categories: (i) recommendations to the Board on a particular technical topic, and (ii) background studies. **Unless specifically stated otherwise, publication by the AECB of a committee report does not imply endorsement by the Board of the content, nor acceptance of any recommendations made therein.**

RAPPORTS DES COMITÉS

Depuis les années 1950, la Commission de contrôle de l'énergie atomique a recours à des comités consultatifs composés d'experts indépendants pour l'aider dans ses prises de décision. En 1979, la CCEA a restructuré l'organisation de ces groupes de consultation pour former deux comités scientifiques supérieurs chargés de lui fournir des conseils indépendants à l'égard des principes, des normes et des méthodes générales touchant la radioprotection et la sûreté des installations nucléaires: ce sont le Comité consultatif de la radioprotection (CCRP), formé en 1979, et le Comité consultatif de la sûreté nucléaire (CCSN), établi l'année suivante. Le public peut consulter les comptes rendus des réunions des comités à la bibliothèque de la CCEA, à Ottawa.

De temps en temps, les comités préparent des rapports qui sont normalement publiés par la CCEA et catalogués dans la collection des documents publics de la CCEA. Reliés sous une couverture particulière, les rapports des comités sont identifiés par un numéro de référence attribué par le comité d'origine, comme CCRP-1, et par un numéro de référence donné par la CCEA dans la série "INFO". Les rapports se divisent habituellement en deux catégories générales: (i) recommandations présentées à la Commission concernant un sujet d'ordre technique particulier, et (ii) études générales. **À moins d'indication contraire, toute publication d'un rapport de comité effectuée par la CCEA ne signifie pas que la Commission approuve le contenu de la publication, ni qu'elle accepte les recommandations qui y sont faites.**

INFO-0294

ACNS Advisory Committee on Nuclear Safety

CCSN Comité consultatif de la sûreté nucléaire

CCSN-11

PRINCIPES ET LIGNES DIRECTRICES POUR LES INSTALLATIONS D'ÉVACUATION DE DÉCHETS RADIOACTIFS

par le

Comité consultatif
de la sûreté nucléaire

juin 1988

An Advisory Committee of the Atomic Energy Control Board of Canada — Secretariat: Ottawa, Canada K1P 5S9

Comité consultatif de la Commission de contrôle de l'énergie atomique du Canada — Secrétariat: Ottawa, Canada K1P 5S9

RÉSUMÉ

Le présent rapport indique quatre principes de base de l'évacuation des déchets radioactifs. Ces principes s'appliquent à la justification de l'activité donnant lieu aux déchets, la prise en considération du risque pour les générations présentes et futures, la minimisation du besoin d'intervention dans l'avenir, et les obligations financières des titulaires de permis.

Le rapport traite aussi de l'emploi de limites de risque plutôt que de limites de dose associées à l'évacuation, ainsi que des concepts de groupe critique, de minimis et ALARA, dans le cadre d'une installation d'évacuation de déchets. Des conseils sont donnés sur le choix du concept préféré d'évacuation des déchets face à plusieurs solutions, ainsi que pour l'évaluation des améliorations proposées au concept choisi.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
RÉSUMÉ	i
Table des matières	ii
Préface	iii
1. INTRODUCTION	1
2. PRINCIPES GÉNÉRAUX	2
3. DOSE DE RAYONNEMENT ET RISQUE RADIOLOGIQUE	3
3.1 Généralités	3
3.2 Limites et cibles de débits de dose et de taux de risque	4
4. RISQUE COLLECTIF ET PRINCIPE ALARA	5
4.1 ALARA	5
4.2 Estimation de l'engagement de risque collectif	6
5. SÉLECTION DU CONCEPT D'ÉVACUATION PRÉFÉRÉ	6
6. AMÉLIORATION DU CONCEPT D'ÉVACUATION CHOISI	7
7. SOMMAIRE ET RECOMMANDATIONS	7
Bibliographie	
Remerciements	
Annexe A	

PRÉFACE

Les déchets radioactifs provenant d'activités nucléaires doivent être gérés et éventuellement évacués de manière à assurer la sûreté.

Le Comité consultatif de la sûreté nucléaire a étudié la question, y compris une bonne partie de la documentation volumineuse qui a été publiée sur le sujet et, en particulier, il a examiné le document de consultation C-104 de la Commission de contrôle de l'énergie atomique, «Objectifs, exigences et lignes directrices réglementaires pour l'évacuation des déchets radioactifs», publié en juin 1986 (et ultérieurement publié comme déclaration de principe en matière de réglementation R-104, en juin 1987), et son rapport précédent CCSN-2, «Objectifs de sûreté relatifs aux activités nucléaires au Canada», qui a été endossé par la Commission.

Le présent rapport donne le point de vue du Comité sur les principes généraux appropriés et leur application à l'évacuation des déchets radioactifs, tout en portant une attention particulière au partage équitable du risque avec les générations futures et au niveau de contrôle ou d'intervention nécessaire pour assurer une sûreté continue.

PRINCIPES ET LIGNES DIRECTRICES POUR LES INSTALLATIONS D'ÉVACUATION DE DÉCHETS RADIOACTIFS

1. INTRODUCTION

La production de déchets radioactifs est une conséquence de la plupart des activités nucléaires, en particulier de celles qui sont associées à l'extraction, la fabrication et l'utilisation de combustibles pour la production d'énergie nucléaire. Parce que certains des radionucléides visés décroissent très lentement à cause de leur longue période radioactive, il faut non seulement réglementer les pratiques courantes de manipulation, d'entreposage et d'évacuation de déchets, mais aussi s'assurer que les dispositions d'évacuation permettent une radioprotection suffisante jusque dans un avenir lointain.

La mise en application des règlements veille de façon efficace à limiter les doses reçues des pratiques courantes de gestion des déchets. En effet, il y a deux exigences dans l'actuel Règlement sur le contrôle de l'énergie atomique et dans les modifications proposées qui visent particulièrement la question. La première précise des limites de dose annuelles pour les travailleurs et pour le public, tandis que la seconde exige que les doses soient maintenues au niveau le plus faible qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre compte tenu des facteurs économiques et sociaux[1]. L'expérience a montré que la conformité à l'objectif de la seconde exigence a habituellement résulté en des doses annuelles bien inférieures aux limites précisées dans la première.

Dans le but d'assurer des niveaux équivalents de protection aux générations futures, lorsque des fuites à partir d'installations d'évacuation de déchets pourraient être hors de tout contrôle pratique à la source, il faut avoir recours à une approche différente basée sur le risque. On établit alors si l'installation d'évacuation de déchets proposée est acceptable ou non à partir d'une analyse probabiliste des voies d'acheminement dans l'environnement, dans laquelle beaucoup de scénarios sont possibles, certains d'entre eux pouvant même occasionner des débits de dose supérieurs aux limites actuelles. Les lignes de fuite possibles doivent être étudiées afin de déterminer la vitesse et la distribution de chaque radio-isotope, tout en tenant compte de ses caractéristiques chimiques et physiques, ainsi que de sa décroissance radioactive. La contribution de chaque scénario au taux de risque total de l'installation peut alors être prise comme le produit de la probabilité que le scénario se réalise, l'intensité du débit de dose concomitant et le facteur qui lie la dose aux effets graves sur la santé. Parce que plus qu'un scénario est habituellement possible, le total du risque radiologique possible est la somme appropriée du risque de tous les scénarios. Ce total est alors comparé

---

1. Le maintien des doses au niveau le plus faible qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre, compte tenu de certains facteurs pertinents incluant le coût de réduction de la dose et le coût des préjudices à la santé, est souvent appelé «optimisation». Dans les publications de la CIPR, on entend normalement par «optimisation de la protection radiologique» le processus plus formel de sélection du niveau de protection qui minimise le coût de la protection et le coût des préjudices à la santé.

à une cible appropriée de taux de risque pour établir si l'installation proposée est acceptable.

Une protection radiologique adéquate nécessitant peu ou ne nécessitant pas de supervision ou d'intervention future est l'objectif majeur de la recherche fondamentale et du développement des techniques d'évacuation et des modèles de voies d'acheminement actuellement en cours. Tous les niveaux et les types de déchets radioactifs sont évalués, tels que les résidus d'extraction et de concentration, le combustible épuisé et les autres déchets des réacteurs, les déchets de traitement, les déchets des hôpitaux et des établissements de recherche, ainsi que les sources de radiographie épuisées. Il reste à déterminer si cet objectif peut être réalisé à la satisfaction de chacun pour tous les types de déchets radioactifs.

2. PRINCIPES GÉNÉRAUX

Acceptant les objectifs énoncés dans le document CCSN-2, «Objectifs de sûreté relatifs aux activités nucléaires au Canada» (qui sont cités à l'annexe A) et portant une attention particulière au risque à long terme des déchets radioactifs, le Comité a identifié quatre principes qu'il considère comme fondamentaux pour évaluer toute méthode d'évacuation des déchets radioactifs :

(i) Les activités qui entraînent des doses de rayonnement possibles pour les personnes ou les groupes de population devraient produire un bénéfice net. L'évaluation du risque et du bénéfice devrait prendre en compte d'une manière réaliste tous les avantages (tels que l'énergie électrique et thermique dans le cas des réacteurs de puissance) et les coûts associés aux processus de production et d'évacuation des déchets.

(ii) Le risque radiologique pour toute génération future devrait être pris en considération dans les activités en cours, et une priorité devrait être accordée à la minimisation du risque pour les générations futures, qui ne soit pas moindre que celle accordée au risque pour la génération actuelle.

(iii) L'évacuation de tous les déchets radioactifs devrait être telle que toute exigence d'intervention pour assurer la continuité d'un niveau approprié de sûreté soit minimisée, compte tenu des facteurs économiques, sociaux et environnementaux.

(iv) Avant d'accorder un permis de possession ou d'exploitation, l'auteur de la demande devrait être tenu de soumettre une proposition acceptable pour l'évacuation permanente ou la gestion intérimaire des matériaux ou des déchets de son activité et englobant tous les coûts prévus de l'évacuation.

Le premier principe a pour but d'assurer que l'évaluation du bénéfice net est détaillée, tout en tenant compte des avantages passés, présents et futurs, ainsi que des coûts du processus donnant lieu aux déchets. Pour le cycle du combustible nucléaire, l'évaluation exigera nécessairement plusieurs avis et la coordination appropriée tant au niveau fédéral que provincial.

Le deuxième principe a pour but d'assurer que le risque radiologique associé à la manipulation et à l'évacuation des déchets radioactifs est partagé de façon équitable avec les générations futures, tout en tenant compte des avantages futurs du processus donnant lieu aux déchets. Par exemple, l'adhésion à ce

principe lasisserait entendre que l'entreposage temporaire à long terme, pour une centaine d'années, dans le seul but de réduire les doses de rayonnement pour la génération actuelle, ne représenterait pas un choix responsable ni désirable du point de vue moral.

Le troisième principe a pour but d'assurer que les incertitudes face à la longévité des sociétés, des services publics ou des organismes de réglementation sont prises en compte. Les sociétés ou les services publics qui ont produit les déchets radioactifs ou ceux qui sont chargés de leur surveillance pourraient cesser d'exister une fois qu'une ressource particulière est épuisée ou que le besoin de l'activité nucléaire a disparu. La mise au point de concepts d'évacuation de déchets «libres de soucis» ("walk-away"[2]) semblerait être la solution idéale à cette question. Si cette solution idéale n'est pas facilement réalisable, il pourrait être nécessaire d'utiliser certaines formes de contrôle institutionnel pour limiter les doses, tout en tenant compte des considérations économiques, sociales, et environnementales. De tels contrôles pourraient inclure la conservation des dossiers pertinents, l'affichage permanent des sites, des restrictions sur l'emploi des terres, la surveillance continue et toute mesure corrective nécessaire. Lorsque l'on prétend qu'un concept d'évacuation satisfait le critère de risque «libre de soucis», il faut montrer que la conception est plus qu'adéquate pour empêcher tout besoin éventuel de mesures correctives. Les événements écologiques importants qui peuvent survenir, tels que les inondations, les séismes ou les glaciations, devraient être pris en considération.

Le quatrième principe a pour but d'assurer que la responsabilité, tant pour le développement des moyens d'évacuation que pour les coûts de sûreté associés à la manipulation des déchets radioactifs, est assumée par le titulaire de permis dont l'activité produira les déchets, à moins qu'une entente acceptable par les autorités réglementaires soit conclue à l'avance. Cette responsabilité ne devrait pas être un fardeau pour les générations futures.

3. DOSE DE RAYONNEMENT ET RISQUE D'IRRADIATION

3.1 Généralités

Comme il est noté dans l'introduction, le Comité croit que le caractère acceptable d'une installation d'évacuation de déchets proposée doit être établi sur la base d'une cible appropriée du taux de risque. Non seulement doit-on estimer les doses de rayonnement futures possibles attribuables à cette installation, mais aussi la probabilité qu'elles soient reçues par une partie ou par toute la population vivant à ce moment-là.

Les doses reçues par des personnes varieront en fonction de facteurs comme l'âge, le métabolisme, l'alimentation et les activités, ainsi qu'en fonction des voies d'acheminement par lesquelles les radionucléides pourront atteindre l'environnement. Pour les activités en cours, cette variation est prise en compte par la désignation d'un «groupe critique» au sein de la population.

---

2. "Walk-away" désigne un concept d'évacuation par lequel l'installation ou le terrain peut être libéré pour une utilisation non réglementée du point de vue de la radioprotection et où l'on s'attend à ce qu'il n'y ait aucun besoin futur de supervision ni d'intervention de radioprotection.

Par «groupe critique», on entend un groupe «représentatif des individus de la population dont on présume qu'ils recevront la dose la plus élevée [... et qui est] assez petit pour être relativement homogène en ce qui concerne l'âge, le régime alimentaire et les différents aspects du comportement qui influent sur les doses reçues» (CIPR 26). Cependant, en tenant compte du risque à long terme des déchets radioactifs pour les générations futures, le «groupe critique» devrait être celui pour qui le risque est le plus élevé plutôt que celui qui est susceptible de recevoir la dose la plus élevée. La possibilité que le même groupe critique puisse être en danger à partir de plusieurs sources radioactives discrètes ou sites d'évacuation de déchets devrait être également prise en compte.

Différents scénarios pour un concept particulier d'évacuation peuvent supposer la libération de radionucléides par des voies d'acheminement environnementales différentes, produisant des taux de risque maximums à des moments différents et en des lieux géographiques différents. Ainsi, le groupe critique peut varier selon les différents scénarios. Une approche plus qu'adéquate est de supposer que le même groupe critique est exposé au taux de risque maximum pour chaque scénario, peu importe quand le maximum est atteint, jusqu'à la limite temporelle établie par les autorités réglementaires. Les facteurs pris en considération dans l'établissement de ces limites de temps incluent les périodes radioactives, les caractéristiques de dispersion des radionucléides visés, ainsi que la période au cours de laquelle les erreurs dans les résultats du modèle de prévision sont jugées être suffisamment minimes pour que les taux de risque estimés soient valables. La sélection de la limite temporelle sera probablement quelque peu arbitraire. D'autres approches, qui diffèrent essentiellement dans la façon dont la dimension temporelle est manipulée, sont décrites dans l'annexe IV du rapport «Objectifs de protection radiologique à long terme applicables à l'évacuation des déchets nucléaires» (1984), publié par l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) de l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE).

3.2 Limites et cibles de débits de dose et de taux de risque

Pour les irradiations survenant durant la vie d'un membre du public, la CIRP a recommandé une limite moyenne individuelle de débit de dose de 10^{-3} Sv.a^{-1} (CIRP 1985). Ceci veut dire une limite moyenne individuelle de taux de risque de 2×10^{-5} a^{-1}, lorsque l'on utilise un facteur qui lie la dose à des effets graves sur la santé (tels que des cas de cancer fatal et de tares génétiques) de 2×10^{-2} par personne-sievert.

Pour les activités actuelles, la dose annuelle pour une personne peut être estimée, qu'elle provienne d'une ou de plusieurs sources, et des mesures correctives peuvent être prises au besoin. Cependant, si l'irradiation arrivait à un moment donné dans un avenir lointain et que les fuites d'une installation d'évacuation de déchets pouvaient être hors de tout contrôle pratique à la source, il serait prudent pour les autorités réglementaires actuelles de prévoir une cible de taux de risque individuel inférieur à 2×10^{-5} a^{-1} pour les installations d'évacuation. Les facteurs à prendre en considération lorsque l'on déterminera de combien la cible de taux de risque devrait être diminuée comporteraient : les variations du taux de risque radiologique dues au fond naturel de rayonnement; les irradiations possibles dues aux autres activités nucléaires futures; les incertitudes dans le processus d'estimation du risque futur; le niveau de contrôle institutionnel proposé, ainsi que les

dangers toxiques de ces déchets. La valeur de la cible de taux de risque individuel ne devrait pas être inférieure à tout niveau de taux de risque individuel de minimis[3] qui aurait été établi.

4. RISQUE COLLECTIF ET PRINCIPE ALARA

4.1 ALARA

«ALARA» est l'acronyme ("As Low As Reasonably Achievable) du principe de radioprotection recommandé par la Commission internationale de protection radiologue (CIPR) pour que les doses collectives soient «au niveau le plus faible qu'il est raisonnablement possible d'atteindre, compte tenu des facteurs économiques et sociaux» (CIPR 22, 26 et 27). Pour les activités régulières dans les installations nucléaires, l'application du principe ALARA est un processus constant par lequel un niveau acceptable de radioprotection basé partiellement sur le coût de la réduction de l'engagement de dose collective est réalisé et maintenu[4]. Dans les installations d'évacuation des déchets, toutefois, un jugement ne pourra être porté qu'avant la fermeture si le principe d'intervention ultérieure minimale est appliqué. Il doit être clair que la dépense est pertinente et que plus aucune amélioration ne sera justifiée pour réduire le risque prévu pour les générations présentes et futures. Un processus de type ALARA devrait donc être utilisé pour s'assurer que l'engagement de risque collectif prévu est suffisamment faible.

---

3. Le terme de minimis qualifie les doses qui sont trop infimes pour être réglementées; l'expression découle du principe juridique «de minimis non curat lex», c'est-à-dire que la loi ne s'occupe pas de bagatelles.

Les comités consultatifs ont jugé que le concept de minimis se justifie indépendamment de la difficulté de mesurer les faibles débits de dose et de distinguer ceux qui sont dus au fond naturel de rayonnement. Des débits de dose individuels et collectifs de minimis de 50 $\mu Sv.a^{-1}$ et de 1 personne-$sievert.a^{-1}$ respectivement ont été proposés (voir le document CC-1). Ces valeurs ont été dérivées à partir du fait que le débit de dose collectif proposé causerait un accroissement imperceptible dans l'incidence des cas de cancer et des tares génétiques, et que le débit individuel proposé serait équivalent à un risque d'effets graves sur la santé d'environ 10^{-6} a^{-1} et serait comparable à des risques qui sont considérés habituellement et généralement comme négligeables.

4. Les comités consultatifs croient que le principe ALARA doit être considéré comme un exercice comparatif par lequel tous les efforts sont effectués pour réduire les doses de rayonnement en-decà des limites réglementaires, mais qu'agir ainsi sans tenir compte de la meilleure façon d'assurer la santé des personnes irradiées ou pouvant être irradiées par l'utilisation la plus judicieuse des ressources est mal avisé. Inévitablement, ceci conduit à une situation où il est nécessaire d'analyser la dépense, non pas pour identifier la valeur d'une vie ce qui est tout à fait incalculable, mais plutôt pour s'assurer que la société atteint le plus haut degré de protection possible pour le plus grand nombre de personnes, indépendamment de la nature du risque. En ce sens, les comités pensent que le principe ALARA ne devrait pas être mis en application seulement pour l'irradiation.

4.2 Estimation de l'engagement de risque collectif

L'estimation de l'engagement de risque collectif pour un concept d'évacuation donné est calculé à partir de l'utilisation d'un modèle qui prend en compte les probabilités relatives des différents scénarios d'irradiation par des rayonnements ionisants.

Les incertitudes des valeurs prévues des engagements de risque collectif sont susceptibles d'être plus grandes que celles du risque prévu pour une personne faisant partie du groupe critique, puisque les valeurs du risque collectif exigent des estimations au sujet de la densité et de la répartition de la population. Pour les déchets à période plus courte, disons inférieure à 100 ans, les incertitudes peuvent être assez faibles pour que des comparaisons valables entre plusieurs concepts puissent être faites. Pour les déchets à période plus longue, les incertitudes sont souvent le facteur qui limite le plus le processus de comparaison.

Pour les déchets fortement dispersés et, dans certains cas, à période plus longue (par exemple, le tritium, le carbone 14, le krypton 85 et l'iode 129), les limites d'intégration pour évaluer les engagements de risque collectif devraient, en principe, englober la surface du globe et s'étendre sur une période qui sera longue par rapport aux périodes radioactives des déchets. Les modèles de dispersion disponibles, cependant, ne sont pas toujours suffisamment précis pour de telles extrapolations, et les valeurs des paramètres subiront probablement dans l'avenir des changements dont il est impossible de prévoir l'étendue précise pour le moment. Si l'évaluation des avantages et des coûts est utilisée dans ces cas, il faudra faire preuve de jugement concernant toute limite d'intégration et les répercussions de cette limite devront être reconnues et acceptées. (Des conseils additionnels figurent dans le document CC-2.)

On peut s'attendre à ce que des estimations montrent qu'une portion majeure de l'engagement de dose collective mondiale serait reçue à des débits de dose individuelle très faibles, inférieurs à quelques microsieverts par année. Bien que cet engagement de dose collective puisse être considéré comme important, si deux concepts ou plus qui sont comparés sont tels qu'au-delà d'une certaine région géographique ils donnent des engagements de risque collectif comparables, il n'est pas nécessaire de continuer ces intégrations, puisque seules des différences entre les concepts seraient significatives. Pour cette évaluation, on ne devrait pas se préoccuper des frontières internationales.

On devrait noter que les calculs de risque collectif décrits ci-dessus peuvent également être utilisés pour comparer les améliorations apportées à un concept choisi.

5. SÉLECTION DU CONCEPT D'ÉVACUATION PRÉFÉRÉ

Le premier critère pour sélectionner des concepts d'évacuation acceptables doit être que chacun d'eux soit conforme à la cible du taux de risque pour une personne du groupe critique. Pour choisir un concept d'évacuation préféré à partir de plusieurs possibilités, un processus de type ALARA devrait être utilisé pour évaluer la pertinence des dépenses associées au risque collectif prévu pour chaque concept, compte tenu des considérations sociales et environnementales.

Dans plusieurs cas, il devrait être possible d'évaluer et de comparer plusieurs concepts. Cependant, il existe des cas, par exemple celui des déchets très radioactifs des réacteurs nucléaires, où le coût des travaux requis pour établir le rendement attendu de tout concept peut être si élevé que l'évaluation détaillée de plusieurs concepts n'est pas justifiée[5]. Dans ces cas, le concept devrait être soigneusement choisi en tenant compte de facteurs tels que :

a) la probabilité que cela conduise à un dépôt qui pourra satisfaire la cible de taux de risque individuel;

b) la probabilité de l'existence de sites appropriés;

c) la disponibilité des techniques et des ressources exigées pour la construction;

d) la possibilité d'une intrusion humaine involontaire dans l'avenir;

e) les coûts probables de la création du dépôt;

f) les conséquences sociales et environnementales possibles.

Pour certains types de déchets, par exemple les volumes élevés de résidus à faible activité des usines de concentration d'uranium, le choix d'un concept d'évacuation qui réalise un niveau de taux de risque «libre de soucis» acceptable peut être particulièrement difficile. Les autorités réglementaires devront faire preuve de beaucoup de jugement pour en arriver à un compromis entre l'exigence de dépenses additionnelles et l'acceptation d'une situation où certains niveaux de contrôle institutionnel constant pourraient être nécessaires.

6. AMÉLIORATION DU CONCEPT D'ÉVACUATION CHOISI

Pour s'assurer que le concept d'évacuation choisi est susceptible de permettre une protection optimale contre des risques radiologiques, il faudrait le soumettre aux analyses de type ALARA pendant tout le processus de conception. Il existe plusieurs paramètres qu'on peut faire varier, par exemple, les propriétés des barrières de protection, la profondeur de l'enfouissement, etc., entraînant des variations possibles du risque collectif. Comme la plupart des paramètres déterminant le rendement seront les mêmes pour les diverses conceptions à comparer, les différences de risque collectif seront plus faciles à évaluer que s'il s'agissait de concepts complètement différents.

7. SOMMAIRE ET RECOMMANDATIONS

a) Quatre principes de base applicables à l'évacuation des déchets radioactifs sont indiqués. Ces principes s'appliquent à la justification de l'activité donnant lieu aux déchets, la prise en considération du risque pour les générations présentes et futures, la minimisation du besoin d'intervention dans l'avenir et les obligations financières des titulaires de permis.

---

5. On devrait noter, cependant, que dans cette zone de dépense élevée, plusieurs concepts différents sont en train d'être développés par d'autres pays. Comme les résultats de ces études sont communiqués généralement à des colloques internationaux, la décision d'adopter un concept particulier pourrait probablement être prise après avoir évalué les autres solutions possibles.

b) Les conséquences de toute irradiation dans l'avenir devraient être évaluées selon le taux de risque individuel, soit le produit de la probabilité d'une irradiation, de l'intensité du débit de dose correspondant et du facteur reliant ces doses à des effets graves sur la santé.

c) Le taux de risque individuel devrait être évalué pour un membre du groupe critique, défini comme étant un groupe au moment et à l'endroit où le taux de risque d'irradiation est le plus grand.

d) La sélection d'un concept d'évacuation de déchets à long terme exige une analyse des voies d'acheminement et une évaluation des coûts de chaque concept pour permettre une évaluation du taux de risque individuel, ainsi que des comparaisons de l'augmentation du risque collectif par rapport aux coûts. Pour évaluer le taux de risque collectif d'un concept d'évacuation, il faudra faire preuve de jugement à propos du choix des limites d'intégration.

e) Dans certains cas, par exemple l'évacuation des déchets à haute activité de réacteurs nucléaires, le coût des travaux requis pour établir le rendement attendu de tout concept peut être si élevé que l'évaluation détaillée de plusieurs concepts n'est pas justifiée, en autant que l'on puisse démontrer qu'un concept satisfait une cible donnée pour le taux de risque individuel. Dans ces cas, d'autres pays pourraient disposer de renseignements au sujet des autres concepts, permettant ainsi de faire des comparaisons.

f) Une analyse de type ALARA devrait être utilisée pour évaluer les améliorations possibles au concept choisi.

g) La Commission de contrôle de l'énergie atomique devrait préciser une cible de taux de risque individuel pour chaque concept d'évacuation et chaque site. La cible de taux de risque devrait être établie à une valeur inférieure à 2×10^{-5} a^{-1} en tenant compte :

(i) des variations du taux de risque radiologique dues au fond naturel de rayonnement,

(ii) des irradiations possibles dues à d'autres activités nucléaires futures,

(iii) des incertitudes dans le processus d'estimation du risque futur,

(iv) du niveau de contrôle institutionnel proposé,

(v) des dangers toxiques des déchets.

La valeur de la cible de taux de risque individuel ne devrait pas être inférieure à tout niveau de taux de risque individuel <u>de minimis</u> qui aurait été établi.

Bibliographie

1. CCSN-2, «Objectifs de sûreté relatifs aux activités nucléaires au Canada», 1982.

2. CC-1, «Niveaux de dose de rayonnement de minimis recommandés au Canada», (en préparation).

3. CC-2, «L'Application du processus ALARA» (en préparation)

4. CIPR 26, «Recommandations de la Commission internationale de protection radiologique».

5. ICRP 37, "Cost-Benefit Analysis in the Optimisation of Radiation Protection".

6. ICRP, "Statement from the 1985 Paris Meeting of the ICRP", relié avec Annals of the ICRP, Publication 45.

7. Rapport des experts de l'AEN, «Objectifs de protection radiologique à long terme applicables à l'évacuation des déchets radioactifs», 1984.

REMERCIEMENTS

Membres du groupe de travail :

K.J. McCallum, président

G.C. Butler

R.E. Jervis

B.C. Lentle

O.R. Lundell

Membres du Secrétariat :

R.J. Atchison

F.C. Boyd

W.R. Bush

G. Plante (traduction)

Tous les membres du Comité consultatif de la sûreté nucléaire

ANNEXE A

(Extrait du document CCNS-2, «Objectifs de sûreté relatifs aux activités nucléaires au Canada», avril 1982)

«OBJECTIFS GÉNÉRAUX

Les objectifs généraux suivants sous-tendent la réglementation de la sûreté, la délivrance de permis et l'inspection des activités nucléaires au Canada par la CCEA.

1. Les activités nucléaires ne devraient pas présenter de risque* inacceptable pour les travailleurs visés ou le public.**

2. Dans le cas des dangers dus aux rayonnements ionisants :

a) il convient d'éviter tous les effets nuisibles précoces et de minimiser, conformément au principe ALARA, le risque des effets différés, comme l'apparition subséquente de cas de cancer ou de déficiences héréditaires;

b) la probabilité de défectuosités possibles pouvant entraîner la fuite de matières radioactives ou l'exposition de personnes aux rayonnements ionisants devrait être limitée à des valeurs faibles décroissant à mesure que la gravité des conséquences possibles s'accroît, de sorte que la probabilité d'accidents catastrophiques est virtuellement nulle.

3. Dans le cas des dangers non radiologiques :

a) le risque pour les travailleurs et le public attribuable à une opération ou à une pratique normale de l'activité nucléaire devrait être égal ou inférieur à celui que présentent les industries ou activités comparables à ce point de vue;

b) la probabilité et les conséquences éventuelles de défectuosités possibles pouvant nuire aux travailleurs ou au public devraient être aussi faibles que possible.

4. Il convient de tenir compte, pour toute génération future, du risque associé à chaque activité nucléaire et accorder à la minimisation de ce risque une priorité qui ne soit pas moindre que celle accordée au risque de la génération actuelle.»

***** Dans ce document, le mot «risque» est utilisé dans le sens actuellement très répandu dans le domaine de l'ingénierie et de la physique, comme signifiant le produit de la gravité d'un effet et de la fréquence de son apparition.»**